Aus dem zoologischen Institut der Universität Bonn
(Direktor: Prof. Dr. R. Danneel)

Eine artspezifische Schwanzdrüse der männlichen Gelbhalsmaus (*Apodemus flavicollis* Melchior, 1834)[1]

Von J. NIETHAMMER

Im Gegensatz zu den Vögeln, die sich überwiegend optisch und akustisch orientieren, ist bei vielen Säugetieren die Nase das führende Sinnesorgan. Die Männchen nahe verwandter Vogelarten unterscheiden sich daher oft auch auffällig im Gefiedermuster, einem optischen Signal (z. B. zahlreiche Anatidenarten), oder im Gesang, einem akustischen Erkennungszeichen (z. B. *Certhia, Acrocephalus, Phylloscopus*). Dagegen fällt es dem Menschen bei nahe verwandten Säugetieren vielfach schwer, die Arten richtig anzusprechen. Die Vermutung liegt nahe, daß hier artspezifische Duftmuster an die Stelle von Gefieder und Gesang als innerartliche Erkennungszeichen treten. Dafür spricht die Vielfalt der Hautdrüsen, die wir bei Säugetieren antreffen und die allein in ihrer Lage schon innerhalb verhältnismäßig enger Verwandtschaftsgruppen recht verschieden sein können. Abb. 1 zeigt dies für die Muridae. Als auffälliges Beispiel für die Soricidae beschrieb G. Niethammer (1962) eine subkaudale Hautdrüse der Hausspitzmaus (*Crocidura russula*), die bei der nahe verwandten und gebietsweise schwer unterscheidbaren Feldspitzmaus (*Crocidura leucodon*) fehlt.

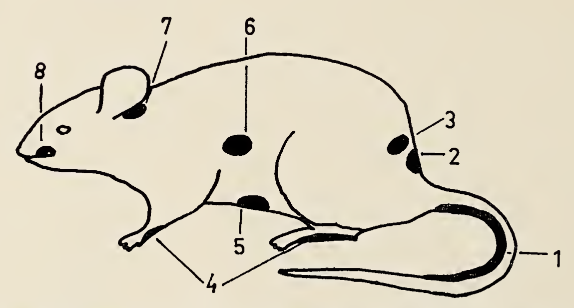


Abb. 1. Orte des Auftretens von Hautdrüsenkomplexen bei Muriden: 1 Subkaudaldrüse (*Apodemus flavicollis*); 2 unpaare Steißdrüse (*Lemmus* — Wallis 1967); 3 paarige Steißdrüsen (*Microtus agrestis* — v. Lehmann 1965); 4 Sohlendrüsen (*Mus musculus* — Ortmann 1956); 5 Ventraldrüse (verschiedene Arten der Gattung *Rattus* — Quay und Tomich 1963, Rudd 1966); 6 Flankendrüsen (*Arvicola terrestris* — Frank 1956; *Clethrionomys glareolus* — v. Lehmann 1962); 7 Ohrdrüse (*Lemmus* — Grassé und Dekeyser 1955); 8 Lippendrüsen (zahlreiche Arten — Quay 1965).

Ein analoges Beispiel bildet das zu den Muriden und damit auch zu einer ganz anderen Ordnung gehörige Artenpaar Waldmaus (*Apodemus sylva-*

[1]) Meinem Vater zum 60. Geburtstag in Dankbarkeit gewidmet.

ticus) — Gelbhalsmaus (*Apodemus flavicollis*). Beide sind so ähnlich, daß man in Deutschland bisher kein Einzelmerkmal kennt, nach dem sich jedes Tier einwandfrei bestimmen ließe. Die Frage, ob beide wirklich gute Arten oder lokal sekundär bastardiert sind, ist durch biometrische Arbeiten (Amtmann 1964) erneut in den Brennpunkt des Interesses gerückt, da sie unter Umständen das einzige bisher von Säugetieren bekannte Beispiel für

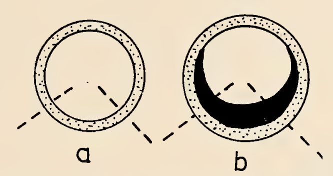


Abb. 2. Schema von Schnitten durch den Schwanz nahe der Wurzel bei *Apodemus flavicollis:* a ♀, b ad. ♂. Punktiert ist die gesamte Haut, schwarz das bei den Männchen durch Vergrößerung der Talgdrüsen hinzukommende Areal.

Introgression bilden würden. Daher bedeutete es eine Überraschung, als sich mit dem Einsetzen der Fortpflanzungsperiode Anfang 1968 bei aktiven Männchen der Gelbhalsmaus (*A. flavicollis*) bei Bonn ein Drüsenkomplex auf der Schwanzunterseite fand, der erwachsenen Männchen der Waldmaus (*A. sylvaticus*), die am gleichen Ort zur gleichen Zeit oder später gefangen wurden, fehlte.

Die Drüse bildet im proximalen Viertel des Schwanzes ventral ein subepidermales Polster (Abb. 2), das durch eine erhebliche Vergrößerung der polyptichen Haarbalgdrüsen entstanden ist. Oft ist die Existenz dieses Polsters schon äußerlich an der Verdickung des Schwanzes nahe der Wurzel (Abb. 3) zu erkennen (Tab. 1).

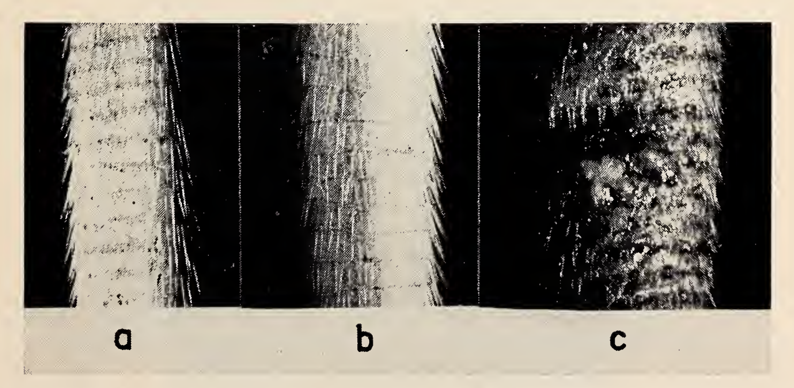


Abb. 3. Schwänze von *Apodemus flavicollis* nahe der Wurzel, ventral, a ♂ immat., etwa 1—2 Monate alt; b ♀ ad.; c ♂ ad. In allen Fällen gleiche Vergrößerung. c glänzt durch herausgedrücktes Sekret, das in der Mitte hinter der schwarzen Druckstelle zu einem Tropfen zusammengeflossen ist. Unten kaudal.

Tab. 1. Breite und Höhe der Schwänze in mm 1 cm hinter der Wurzel bei 14 *Apodemus flavicollis* aus dem Kottenforst bei Bonn, gefangen am 27. 5. 1968, aufgegliedert nach vorjährigen (ad.) ♂, vorjährigen (ad.) ♀ und diesjährigen, höchstens 2 Monate alten Jungtieren (immat.: 3 ♂ + 2 ♀).

	♂ ad.	♀ ad.	immat.
Breite			
Anzahl	5	4	5
Spannweite	3,3—3,8	2,8—3,0	2,6—2,8
Mittel	3,5	2,9	2,7
Höhe			
Spannweite	3,5—4,1	2,8—3,2	2,8
Mittel	3,7	3,0	2,8

Im Zweifelsfall kann man sich schon auf Querschnitten, die mit einer Schere oder einer Rasierklinge hergestellt wurden, mit einer Lupe von ihrer Existenz überzeugen, nachdem die Schwanzwirbelsäule entfernt wurde (s. Schema Abb. 2). Beim Balgen fällt die am Fell verbleibende Schwanzdrüse dadurch auf, daß die Schwanzhaut dann dick und versteift und nicht dünn und faltbar ist wie bei Weibchen und Jungtieren, denen die Drüse fehlt. Von der Fellinnenseite erscheint der Drüsenkomplex in rhombische Pakete aufgeteilt, die den darüberliegenden Schuppen der Schwanzhaut zugeordnet sind (Abb. 4). Die Begründung hierfür ergibt sich aus mikroskopischen Sagittalschnitten durch die Drüsenregion (Abb. 5 c, 6): Gewöhnlich entspringen unter jeder Schuppe drei kurze, borstenförmige Haare, aus deren Talgdrüsen sich der Komplex entwickelt hat. Das Sekret entsteht offensichtlich durch Zerfall der ans Lumen der Talgdrüsen grenzenden Zellschichten, also holokrin, und gelangt durch die Haarkanäle nach außen. Die Drüsen sind an die Haare, die Haare wiederum an die Schuppen gebunden. Drückt man auf die ventrale Schwanzhaut, so erscheint auf den

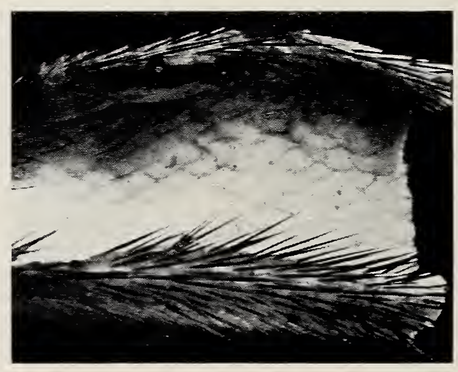


Abb. 4. Basale Schwanzhaut von *Apodemus flavicollis* ♂ ad., dorsal in Längsrichtung aufgeschnitten. Die ventralen Pakete sind die vergrößerten Talgdrüsen, die wie die Schuppen der Haut angeordnet sind.

distalen Schuppen an der Ausmündungsstelle der Haare tatsächlich je Schuppe ein milchig fettiger Sekrettropfen (Abb. 3 c).

Die Schwanzdrüse entspricht danach dem bei Nagern am häufigsten auftretenden Typ von Hautdrüsen. Es sind keine besonderen Sekretspeicher ausgebildet noch die bei Nagern sowieso sehr seltenen monoptychen Schweißdrüsen oder die oberflächliche Epidermis beteiligt, die bei der Steißdrüse von *Lemmus* allein das Sekret bildet (Wallin 1967). Im Gegensatz zu den Flankendrüsen vieler Nager (z. B. *Mesocricetus, Clethrionomys*) sind bei der Schwanzdrüse weder Haare noch Bindegewebe der Umgebung besonders pigmentiert und die Haare in ihrer Gestalt nicht verändert. Die einzige

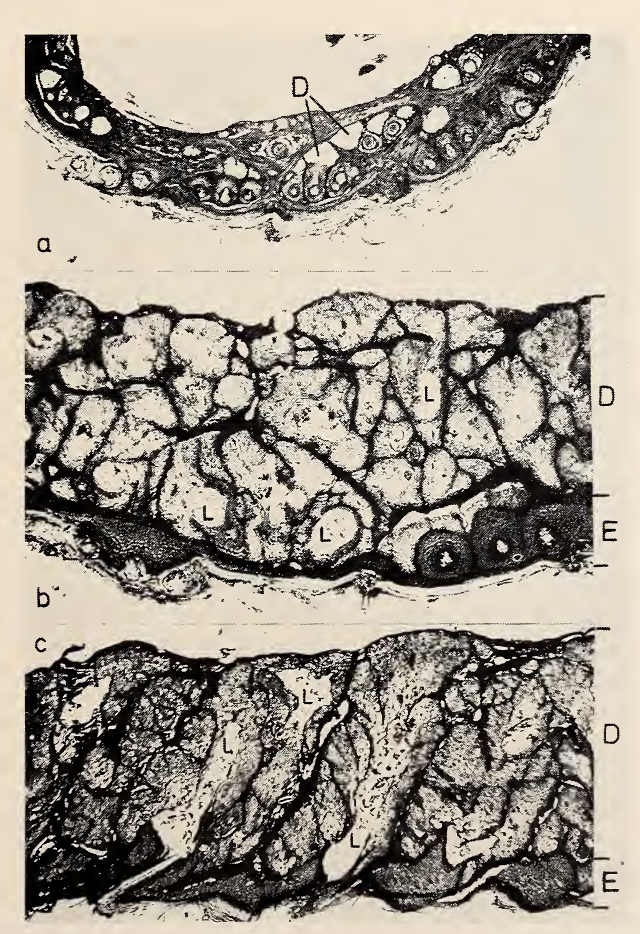


Abb. 5. Schnitt durch die ventrale Haut des Schwanzes nahe der Schwanzwurzel: a *Apodemus sylvaticus* ♂ ad. transversal; b *Apodemus flavicollis* ♂ ad. transversal entsprechend ventralem Ausschnitt der Abb. 2 b; c *A. flavicollis* ♂ ad. sagittal. E = Epidermis, D = Drüsenschicht bzw. (in a) Talgdrüsen; L = Lumen der Drüsen.



Abb. 6. Grob schematisierter, fast sagittaler Schnitt durch die Schwanzhaut eines ad. ♂ von *A. flavicollis* entsprechend Abb. 5 c.

Modifikation, die zur Bildung dieser Drüse geführt hat, ist die Vergrößerung der Talgdrüsen. Zur groben Schätzung ihres Volumens nehme ich an, daß sie eine mittlere Breite von 2 mm, eine mittlere Höhe von 0,4 mm und eine mittlere Länge von 30 mm besitzt. Daraus ergibt sich ein Volumen von 24 mm^3, das etwa 0,05 % des Körpergewichts ausmachen dürfte (Körpergewicht erwachsener *A. flavicollis*-♂ im Rheinland 30—50 g). Aus der im Grunde geringfügigen Veränderung, die zur Bildung der Drüse geführt hat, wie auch aus ihrem Fehlen bei dem verwandten *A. sylvaticus* darf man schließen, daß es sich bei ihr um eine phylogenetisch sehr junge Errungenschaft handelt.

Der Aussage, die Drüse sei auf geschlechtsreife Männchen der Gelbhalsmaus beschränkt, liegt das folgende Material zugrunde, an dem zumindest nach dem Abziehen die Konsistenz der Schwanzhaut geprüft wurde, in vielen Fällen aber auch Handquerschnitte mit der Binokularlupe und in Stichproben (erwachsene Männchen und Weibchen beider Arten) mikroskopische Serienschnitte:

Apodemus flavicollis: 50 vorjährige ♂, gefangen zwischen dem 3. März und dem 27. Mai 1968. Die Drüse fehlte nur bei zwei offenbar noch relativ jungen ♂, sonst war sie stets vorhanden. Bei allen nun folgenden Tieren fehlte sie:

30 vorjährige ♀, gefangen 3. 3.—27. 5. 1968. 3 ♂, 2 ♀ immat. (s. Tab. 1).

Apodemus sylvaticus: 17 ♂ ad. aus dem Vorjahr, gefangen 9. 3.—4. 6. 1968, 8 ♀ aus dem Vorjahr, gefangen 9. 3.—15. 4. 1968.

In Wirklichkeit fiel die Drüse bei *A. flavicollis* sogar schon Mitte Februar, also mit dem Einsetzen der Geschlechtsreife der Männchen, auf, doch fehlen aus dieser Zeit genaue Protokolle.

Es könnte eingewendet werden, die untersuchten Waldmäuse seien noch nicht voll fortpflanzungsfähig gewesen. Die Hodengröße der *sylvaticus*-Männchen war jedoch maximal. Außerdem setzt ihre Aktivität zwar ein wenig später als bei *A. flavicollis,* aber nach Untersuchungen verschiedener Autoren (z. B. Steiner 1968) doch bereits Anfang März ein. Auch einem zweiten möglichen Einwand möchte ich hier zuvorkommen: Es wäre denkbar, daß die Drüse bei beiden Arten in sehr variabler Deutlichkeit auftritt. Da beide Arten schwer zu unterscheiden sind, hätte ich sie auf Grund der Schwanzdrüsen klassifiziert. Das war nicht der Fall. Beide Arten sind im

Rheinland einwandfrei zu trennen, wenn man mehrere der üblichen Merkmale in Betracht zieht und Jungtiere ausschließt. Vor der Untersuchung der Schwanzdrüse wurden die Tiere nach ihrer Kehlzeichnung und Größe (insbesondere Hinterfußlänge) zweifelsfrei bestimmt und das Ergebnis später an Hand der Schädelmaße unter Berücksichtigung von Alter und Geschlecht überprüft. Ungefähr die Hälfte der Waldmäuse stammt überdies von Biotopen, in denen bei Bonn noch nie eine Gelbhalsmaus festgestellt wurde.

Die bei Druck austretenden, milchigen Sekrettropfen sind offenbar eine Fettemulsion in Wasser. Sie trockneten zu einer durchscheinenden, farblosen, fettigen Substanz ein, die sich in Äther löste. Zumindest bei toten Mäusen, deren Sekret ich auf einen Objektträger übertrug, war die Substanz für meine Nase geruchlos. Wenn in der Schwanzdrüse überhaupt ein Duftstoff produziert wird, müßte er demnach recht flüchtig oder für die menschliche Nase schwer wahrnehmbar sein. Um festzustellen, ob sich die Männchen beider Arten geruchlich unterscheiden, wurde zweimal je ein erwachsenes, lebendes Männchen beider Arten zwei Stunden lang einem schwachen Luftstrom ausgesetzt, der anschließend eine Kühlfalle passierte (Kühlmittel: mit festem CO_2 gesättigtes Aceton, Temperatur —50 bis —60° C)[1]. Die Vorlage, in der sich vor allem Wasser absetzte, roch bei *A. flavicollis* süßlich moderig, erdig, blieb hingegen bei *A. sylvaticus* geruchlos. Den gleichen Eindruck hatten auch Kollegen, die teilweise nicht wußten, welche Vorlage von welcher Art stammte. Der Geruch der *flavicollis*-Vorlage war mir schon zeitweise in dem Aquarium, in dem *flavicollis*-Männchen gehalten wurden, sowie an einem frischtoten *flavicollis*-Männchen aufgefallen.

In welchem Maße Vorsicht bei der Beurteilung des Produkts solcher Hautdrüsen notwendig ist, zeigt das Beispiel der Moschusspitzmaus (*Suncus murinus*). Seit vielen Jahren findet sich in der Literatur durchgehend die Behauptung, der durchdringende Moschusduft dieser großen Spitzmaus werde in ihren recht auffälligen Flankendrüsen erzeugt (z. B. „moschusduftende Seitendrüsen ...", Grzimeks Tierleben 1967). In Wirklichkeit entsteht dieser Geruch, wie Dryden (1967) durch Abreiben unterschiedlicher Körperstellen mit Wattebäuschen herausfand, gar nicht in den Seitendrüsen, sondern an einem nicht auffällig hervortretenden Ort hinter den Ohren. Dryden meint, das fettige Sekret der Seitendrüsen habe vielleicht die Aufgabe, den flüchtigen Duftstoff einzufangen und festzulegen. Ähnliches ist ja vom Igeltanrek (*Echinops telfairi*) bekannt, der Speichel auf seinem Körper und anschließend auf der Umgebung verstreicht, die danach lange den arteigenen Geruch behält (Eibl-Eibesfeld 1965). Analog könnte man das Markierungsverhalten bei *Arvicola* (Frank 1956) deuten, die bei Erregung das Sekret ihrer Flankendrüsen auf die Fußsohlen und anschließend auf den Boden bringt. Dabei könnte das fettige Flankensekret einen Duftstoff der Fußsohlen

[1]) Herrn Dr. G. Stein und Herrn R. Schumacher danke ich für ihre Hilfe bei diesem Versuch.

(Schweißdrüsen sind hier z. B. bei *Mus musculus nachgewiesen,* s. Ortmann 1956) aufnehmen.

Die Funktion der Schwanzdrüse ist völlig ungeklärt. Da sie auf die Männchen beschränkt ist, spielt sie vermutlich bei der Fortpflanzung eine Rolle. Notwendig muß sie hier nicht sein, wie ein analoges Beispiel von den Gerbillinen beweist: Bei der Rennratte *Meriones unguiculatus* besitzen beide Geschlechter eine medioventrale Hautdrüse, die bei Kastration zurückgebildet wird, nach Testosterongaben aber erneut erscheint. Operative Entfernung dieser Drüse verhinderte nicht die erfolgreiche Zucht der Art in Gefangenschaft (Mitchell 1967).

Sollte diese Drüse einen Duftstoff produzieren oder fixieren, sind wiederum verschiedene Funktionen denkbar: Markierung eines Territoriums, Erkennungszeichen gegenüber arteigenen Weibchen (was als Kreuzungsbarriere gegenüber *A. sylvaticus* eine Rolle spielen könnte) oder neurohumorale Wirkungen, wie sie Parkes und Bruce (1961) für Hausmäuse *(Mus musculus)* nachgewiesen haben, bei denen der Duft fremder Männchen den Fortpflanzungszyklus der Weibchen beeinflußt.

Zusammenfassung

Eine bisher unbekannte, subkaudale Hautdrüse der Gelbhalsmaus (*Apodemus flavicollis)* wurde beschrieben, die sich aus den stark vergrößerten, polyptichen Haarbalgdrüsen dieser Gegend zusammensetzt. Sie ist auf die fortpflanzungsfähigen Männchen dieser Art beschränkt und fehlt der nahe verwandten Waldmaus *(Apodemus sylvaticus).* Die Funktion des fettigen Sekrets ist ungeklärt.

Summary

A subcaudal skin gland of the yellow-necked mouse *(Apodemus flavicollis)* hitherto unknown is described. It is composed of highly enlarged sebaceous glands of the hairs in that region. The gland was only found in sexually mature males of the species and is lacking in the closely related long-tailed field-mouse *(Apodemus sylvaticus).* The function of the fatty secretion is still unknown.

Literatur

Amtmann, E. (1965): Biometrische Untersuchungen zur introgressiven Hybridisation der Waldmaus *(Apodemus sylvaticus* Linné 1958) und der Gelbhalsmaus *(Apodemus tauricus* Pallas 1811). — Z. zool. Syst. Evolforsch. 3, p. 103—156.

Dryden, G. L., and C. H. Conaway (1967): The Origin and Hormonal Control of Scent Production in *Suncus murinus.* — J. Mamm. 48, p. 420—428.

Eibl-Eibesfeld, I. (1965): Das Duftmarkieren des Igeltanreks *(Echinops telfairi* Martin). — Z. Tierpsych. 22, p. 810—812.

Frank, F. (1956): Das Duftmarkieren der Großen Wühlmaus, *Arvicola terrestris* (L.). — Z. Säugetierk. 21, p. 172—175.

Grassé, P. P., und P. L. Dekeyser (1955): Ordre des Rongeurs. In: Grassé, Traité de Zoologie, Tome XVII, Mammifêres. Paris, p. 1327.

Grzimeks Tierleben, Bd. 10 (1967): p. 243. Zürich.

Lehmann, E. v. (1962): Über die Seitendrüsen der mitteleuropäischen Rötelmaus *(Clethrionomys glareolus* Schreber). — Z. Morph. Ökol. Tiere 51, p. 335—344.

— (1966): Über die Seitendrüsen der Gattung *Microtus* Schrank. — Z. Morph. Ökol. Tiere 56, p. 436—443.

Mitchell, O. G. (1967): The supposed Role of the Gerbil Ventral Gland in Reproduction. — J. Mamm. 48, p. 142.

Märkel, K. (1952): Zur Kenntnis der Seitendrüse des Goldhamsters (*Mesocricetus auratus* Waterhouse). — Zool. Anz. 149, p. 216—225.

Niethammer, G. (1962): Die (bisher unbekannte) Schwanzdrüse der Hausspitzmaus, *Crocidura russula* (Hermann, 1780). — Z. Säugetierk. 21, p. 228—234.

Ortmann, R. (1956): Über die Musterbildung von Duftdrüsen in der Sohlenhaut der weißen Hausmaus (*Mus musculus alba*). — Z. Säugetierk. 21, p. 138—141.

Parkes, A. S., und H. M. Bruce (1961): Olfactory Stimuli in Mammalian Reproduction. Odor excites neurohumoral responses affecting oestrus, pseudopregnancy, and pregnancy in the mouse. — Science, 134, p. 1049—1054.

Quay, W. B. (1965): Comparative Survey of the Sebaceous and Sudoriferous Glands of the Oral Lips and Angle in Rodents. — J. Mamm. 46, p. 23—37.

— und P. Q. Tomich (1963): A Specialized Midventral Glandular Area in *Rattus exulans*. — J. Mamm. 44, p. 537—542.

Rudd, R. L. (1966): The Midventral Gland in Malaysian Murid Rodents. — J. Mamm. 47, p. 331—332.

Steiner, H. M. (1968): Untersuchungen über die Variabilität und Bionomie der Gattung *Apodemus* (Muridae, Mammalia) der Donau-Auen von Stockerau (Niederösterreich). — Z. Wiss. Zool. 177, p. 1—96.

Stölzer, E. (1958): Beiträge zur Kenntnis der Seitendrüsen des Syrischen Goldhamsters (*Mesocricetus auratus* Waterhouse). — Z. Säugetierk. 23, p. 182—197.

Wallin, L. (1967): The Dorsal Skin Gland of the Norvegian Lemming, *Lemmus l. lemmus* (L.). — Z. Morph. Ökol. Tiere 59, p. 83—90.